

## ESTUDO GEOCRONOLÓGICO DA PARTE INFERIOR DO GRUPO SÃO ROQUE

W.R. Van Schmus\*  
 C.C.G. Tassinari\*\*  
 U.G. Cordani\*\*

\*DEGEO/Univ. Kansas/EUA  
 \*\*CPG/USP/SP

## ABSTRACT

U-Pb results on zircons, as well as Rb-Sr whole rock analyses, were carried out on metarhyodacites of the São Roque Group, located on the Morro do Polvilho, near Santana do Parnaíba (SP). These rocks are interbedded with E-W trending metapelites which underlie meta-arkoses and metaconglomerates of the lower sequence of the São Roque Group.

In a Concordia plot, the U-Pb zircon analytical points were aligned in a chord with an upper intercept of  $1790 \pm 14$  Ma., which shall be interpreted as the zircon crystallization age. The lower intercept, of about 500 Ma., is referred to an important lead loss episode in late Proterozoic times, which is confirmed by the Rb-Sr whole rock analyses.

The age values on the São Roque Group can be correlated with similar values obtained on acid volcanics of the Espinhaço Super group in Minas Gerais and Bahia, and they strongly suggest that the lower metasedimentary units of the group could be much older than the upper sequences.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho constitui parte integrante de uma pesquisa maior, que tem como um dos seus objetivos, posicionar no tempo geológico a época da sedimentação, e de alguns eventos importantes na evolução metamórfica e estrutural das rochas do Grupo São Roque. Nesta etapa da pesquisa procurou-se analisar radiometricamente, pelas metodologias U-Pb em zircões e Rb-Sr em rocha total, as rochas metariodacíticas situadas no Morro do Polvilho, a nordeste de Santana do Parnaíba, no Estado de São Paulo (figura 1). Estratigraficamente, tais rochas encontram-se intercaladas no pacote inferior do referido Grupo.

As análises Rb-Sr em rocha total foram executadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (CPGeo), seguindo as normas habituais de preparação de amostras e as metodologias de análises descritas em Kawashita (1972) e Kawashita et al. (1983). Quatro das análises apresentadas são ainda inéditas, e obtidas em amostras coletadas por G.R. Sadowski. Para as determinações U-Pb, os zircões foram pré-concentrados no CPGeo da USP e separados e analisados nos laboratórios do Departamento da Universidade de Kansas (EUA), comforme os procedimentos de rotina estabelecidos nesses laboratórios, através de acordo de cooperação científica entre estas duas entidades.

As constantes utilizadas nos cálculos das idades U-Pb e Rb-Sr encontram-se referidas nas próprias tabelas dos dados analíticos

(tabelas 1 e 2).

Os autores agradecem as várias pessoas e entidades que tornaram possível a confecção deste trabalho. Em especial aos colegas G.R. Sadowski, Mario C. Campos Neto, Miguel A.S. Basei e Magda Bergmann do Instituto de Geociências da USP pelas discussões geológicas mantidas. Apoio financeiro parcial foi obtido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processo nº 303298-84), Sigma Xi the Scientific Research Society e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP-Processo nº 85/2060-0).

#### GEOLOGIA REGIONAL

As rochas epimetamórficas do Grupo São Roque expõem-se na porção sudeste do Estado de São Paulo (figura 1), seguindo uma faixa orientada aproximadamente E-W, limitada a norte pelas falhas de Itu e Jundiuvira, a sul pelas falhas de Taxaquara e Sertãozinho e a leste-nordeste numa cunha formada pelas falhas de Monteiro Lobato e Jundiuvira.

O Grupo São Roque possui uma variedade muito grande de litologias, que incluem metaconglomerados polimíticos, metarenitos, metarcóseos, filitos, ortoanfíbolitos, metagrauvas, rochas calcossilicáticas, mármores, calcários e rochas metavulcânicas ácidas a básicas. Essas seqüências litológicas foram posicionadas estratigraficamente, de forma diferente, por diversos autores, dentre os quais Pasui et al. (1976), Campos Neto et al. (1983) e Carneiro et al. (1984).

Hasui et al. (1976) propuseram a divisão do grupo em apreço em duas formações, a inferior de natureza psamo-pelítica com intercalações de rochas vulcânicas e carbonáticas, denominada de Formação Boturuna, e a superior composta por filitos com quartzitos intercalados, chamada de Formação Piragibu.

Campos Neto et al. (1983) propuseram uma litostratigrafia para o Grupo São Roque, incluindo um pacote de anfíbolitos basais, sucedidos por metarritmitos com intercalações de quartzitos e rochas calcossilicáticas. Sobrepostos ocorreriam metarcóseos, metarenitos, micaxistos e no topo da seqüência apareceriam os filitos.

Carneiro et al. (1984) consideraram a unidade em estudo composta por quatro pacotes litológicos, que possuem, da base para o topo: 1) metapsanitos impuros com anfíbolitos na base e metavulcânicas intercaladas; 2) metarenitos com anfíbolitos intercalados; 3) metamargas com possíveis metarritmitos, e finalmente 4) metarenitos rítmicos.

Com relação ao ambiente deposicional do Grupo São Roque, Figueiredo et al. (1982) identificaram estruturas do tipo "Pillow Lavas" nos metabasitos da região de Pirapora do Bom Jesus, sugerindo uma seqüência vulcano-sedimentar marinha, fato este confirmado posteriormente por Coutinho et al. (1982) na região de Itaberaba. Campos Neto et al. (1983) admitem a existência de um mar raso epicontinental transgressivo, abrindo-se para um oceano em direção a SE.

#### DISCUSSÃO GEOCRONOLÓGICA

As rochas metaricodásticas analisadas geocronologicamente são de coloração cinzenta, e são formadas por fenocristais de plagioclásios e feldspatos potássicos dispersos em uma matriz fina de quartzo, feldspato, biotita e opacos.

As determinações radiométricas U-Pb foram realizadas em duas frações de zircões, com teores distintos de urânio e os respectivos dados analíticos constam da tabela 1. Os pontos relativos às duas amostras possuem composições isotópicas que condicionam a posição no diagrama  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  x  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  pouco abaixo da curva Concórdia, indicando pequena perda de Pb radiogênico, comportamento este bastante comum em zircões. Ao mesmo tempo situaram-se relativamente próximos da curva Concórdia, e a reta por eles definida a intercepta no valor de idade de

1790 ± 14 Ma. (figura 2). Esta idade aparente é bastante precisa, e deve ser considerada como a própria época de formação dos cristais de zircão, no episódio de cristalização magmática dos riodacitos originais.

Por outro lado, o intercepto inferior na curva Concórdia, mal controlado em virtude da grande distância dos dois pontos analíticos, indica uma idade aparente da ordem de 500 Ma. (o valor calculado é 474 ± 110 Ma.), o que sugere uma perda episódica de Pb por parte dos cristais de zircão, ocorrida durante os eventos tectomagmáticos finais do ciclo brasileiro.

Os pontos analíticos relativos às amostras datadas pelo método Rb-Sr mostraram uma forte dispersão no diagrama isocrônico, com os mesmos situando-se em torno de uma reta de referência com inclinação correspondente a uma idade de 550 Ma. e razão  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  inicial da ordem de 0,820 (figura 3). Tais dados indicam que os metariodacitos datados sofreram parcialmente uma rehomogeneização isotópica em nível de rocha total durante o ciclo orogênico Brasileiro. Uma regressão calculada pelos pontos analíticos segundo Williamson (1968), produziu uma linha de melhor ajuste com inclinação de  $0,0061 \pm 0,0004$ , correspondendo a uma idade aparente de  $432 \pm 31$  Ma. (MSWD = 12,065) e razão inicial de  $0,824 \pm 0,004$ . Tais parâmetros revelam a falta de colinearidade dos pontos analisados, e colocam dúvidas sobre a significação geológica da idade aparente Rb-Sr, que deve ser considerada apenas como indicação da existência de um evento deformacional importante associado com o Ciclo Brasileiro.

Bell e Blenkinsop (1978) demonstraram que eventos metamórficos de facies xisto verde baixo afetam o sistema Rb-Sr de rochas vulcânicas ricas em SiO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O e pobres em Sr total, causando desequilíbrio ou rehomogeneização isotópica de Sr. Além disso o tipo dispersão como a observada, em amostras seguramente cogenéticas, coletadas em um mesmo afloramento, pode também refletir a ação de fluidos hidrotermais ativos associados às deformações cataclásticas devido aos grandes falhamentos que afetaram a área. Tais fluidos podem acarretar importantes remobilizações de Rb e Sr entre os constituintes minerais das rochas afetadas em distâncias relativamente grandes, superiores às dimensões normais das amostras coletadas, com as conseqüentes modificações nas composições isotópicas dos sistemas de rocha total.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados geocronológicos aqui apresentados para as rochas metariodacíticas do pacote inferior do Grupo São Roque sugerem época próxima a 1800 Ma. para a deposição desta seqüência vulcano-sedimentar que provavelmente se completou durante o Proterozóico Médio e sugerem também a atuação do Ciclo Brasileiro, afetando termalmente e metamorfisando essas rochas no Proterozóico Superior.

Tassinari et al. (1986) registraram, através de isócrona Rb-Sr em rocha total, um evento metamórfico em torno de 1200 Ma. ao analisar amostras de seixos graníticos de metaconglomerados situados estratigraficamente acima das rochas metavulcânicas datadas. Esses dados em adição aos resultados aqui apresentados, caracterizam uma evolução claramente policíclica para a seqüência inferior do Grupo São Roque, para qual a época de formação (deposição) indicada é do Proterozóico Inferior. A sua evolução inclui importantes episódios tectono-termais, possivelmente associados a deformação e metamorfismo, tanto no Proterozóico Médio como no Proterozóico Superior. Além disso, como pode ser verificado em outras fontes (Cordani e Sittencourt, 1967; Cordani e Kawashita, 1971; Masui e Hama, 1972 e Tassinari et al. 1986), este último episódio, do Ciclo Brasileiro foi polifásico, tendo ocorrido em vários pulsos, de intensidade variável entre aproximadamente 900 e 500 Ma.

A evolução geocronológica dos metariodacitos do Grupo São Roque mostra similaridades marcantes com datações do mesmo tipo obtidas em rochas litologicamente comparáveis do Supergrupo Espinhaço (Com

plexo Rio dos Remédios) em Minas Gerais e Bahia (Brito Neves et al., 1979, e Delhal e Demaiffe 1985). Além disso, para os granitóides de São Timóteo relacionado ao Supergrupo Espinhaço também foram obtidas idades próximas de 1700 Ma. com valor de  $u_1$  de 8,38 pelo método Pb-Pb.

O exame do padrão radiométrico evidencia a possibilidade de uma correlação temporal das rochas metavulcânicas ácidas, que teriam se cristalizado próximo a 1790 Ma. e sofrido eventos metamórficos no Proterozóico Médio em torno de 1200 Ma., e durante o Ciclo Brasiliano.

Os dados aqui expostos, e notadamente aqueles relativos à formação das rochas vulcânicas ácidas, tanto em São Paulo como em Minas Gerais e Bahia, sugerem fortemente que, na região do Craton do São Francisco e vizinhanças, havia uma massa de dimensões consideráveis, com crosta continental, consolidada pelo menos durante o Ciclo Transamazônico (2100-1900 Ma.), e que teria iniciado sua ruptura por um importante sistema de rifts logo em seguida, há cerca de 1300 Ma.. Nesta época teriam sido formadas as rochas extrusivas ácidas e intermediárias aqui estudadas, associadas a importantes seqüências sedimentares depositadas provavelmente a partir do Proterozóico Inferior, em calhas aulacogênicas de grandes dimensões.

Finalmente, os dados obtidos neste trabalho confirmam as suspeitas de que a parte inferior do Grupo São Roque poderia ser bem mais antiga do que os pacotes superiores, sugerindo a possibilidade de separação e reclassificação destes pacotes em unidades litoestratigráficas diferentes.

#### BIBLIOGRAFIA

- Beil, K. e Blenkinsop, J. - 1978 - Reset Pb-Sr whole-rock systems and chemical control. *Nature*, 273: 552-554.
- Brito Neves, B.B. de; Kawashita, K.; Cordani, U.G. e Delhal, J. - 1979 - A evolução geocronológica da Cordilheira do Espinhaço: Dados Novos e Integração. *Rev. Bras. Geol.* 9: 71-85.
- Campos Neto, M.C.; Basei, M.A.S.; Artur, A.C.; Silva, M.E.; Machado, R.; Dias Neto, C.M.; Fragoso-Cesar, A.R. e Souza, A.P. - 1985 - Geologia das Folhas de Piracala e Igaratá - In: 1a. Jornada sobre a Carta Geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000 - Pró-Minério - São Paulo, p. 55-79.
- Carneiro, C.D.R.; Coutinho, J.M.V.; Suemitsu, A. e Rodrigues, E.P. - 1984 - Relações geométricas e temporais de eventos magmáticos no Grupo São Roque, a partir da descoberta de rochas metavulcânicas e da aplicação de critérios estruturais. *Anais do XXXIII Congr. Bras. Geol.*, Rio de Janeiro, p. 3196-3211.
- Carneiro, C.D.R.; Hasui, Y. e Dentas, A.S.L. - 1984 - Contribuição ao Estudo da litoestratigrafia do Grupo São Roque na Faixa Jaraguá - Cristais, SP. *An. XXXIII Congr. Bras. Geol.*, Rio de Janeiro, p. 3212-3226.
- Cordani, U.G. e Bittencourt, I. - 1967 - Determinações de idade K-Ar em rochas do Grupo Açungui. *Anais XXI Congr. Bras. Geol.*, Curitiba, p. 219-233.
- Cordani, U.G. e Kawashita, K. - 1971 - Estudo geocronológico pelo método Pb-Sr de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. *Anais do XXV Congr. Bras. Geol.*, São Paulo, p. 105-110.
- Coutinho, J.M.V.; Rodrigues, E.P.; Suemitsu, A.; Juliani, C.; Beljayskis, P. e Perosa, P.T.Y. - 1982 - Geologia e petrologia da seqüência vulcano-sedimentar do Grupo São Roque, na S. de Itaberaba, SP. *Congr. Bras. Geol.* 32, Salvador. *Anais* 2: 624-40.
- Delhal, J. e Demaiffe, D. - 1985 - U-Pb archaean geochronology of the

São Francisco Craton (Eastern Brazil). Rev. Bras. Geoc. 15(1): 57-60.

- Figueiredo, M.C.H.; Bergmann, M.; Penalva, F. e Tassinari, C.C.G. - 1982 - Ocorrência de "pillow-lavas" no Grupo São Roque, Estado de São Paulo, Ciências da Terra (2): 6-8.
- Hasui, Y. e Hama, M. - 1972 - Geocronologia do Grupo São Roque pelo método K-Ar. Rev. Bras. Geoc., SBG, São Paulo, 2: 13-24.
- Hasui, Y.; Sadowski, G.R. e Carneiro, C.D.R. - 1976 - Considerações sobre a estratigrafia do Pré-Cambriano na região de São Paulo. Bol. IG, São Paulo, 9: 107-113.
- Kawashita, K. - 1972 - O método Rb-Sr em rochas sedimentares, aplicação para as bacias do Paraná e Amazonas, São Paulo. IGUSP, Tese de Doutorado, p. 111.
- Kawashita, K.; Sato, K. e Sonoki, I. - 1983 - Um sistema de aquisição e processamento de dados "on line" em um espectrômetro de massa do Centro de Pesquisas Geocronológicas, CPGeo - IGUSP, Relatório Interno, 14 p.
- Tassinari, C.C.G.; Kawashita, K. e Kikuchi, R. - 1985 - Estudo geocronológico nos metaconglomerados do Grupo São Roque, SP. 59 Simp. Reg. Geol. - Resumos, p.3.
- Williamson, J.H. - 1968 - Least-Squares fitting of a straight line-Canadian Journ. of Phys., 46: 1845-1847.

TABELA 1 - DADOS ANALÍTICOS U-Pb PARA FRAÇÕES DE ZIRCÕES

Fração	U (ppm)	Pb <sub>total</sub> (ppm)	Pb <sub>common</sub> (ppm)	$\frac{204_{Pb}}{206_{Pb}}$ composição	$\frac{207_{Pb}}{206_{Pb}}$ isotópica	$\frac{208_{Pb}}{206_{Pb}}$ corrigida	$\frac{206_{Pb}}{238_{U}}$	$\frac{207_{Pb}}{235_{U}}$
M 4	338,13	103,55	0,73	0,000138	0,108056	0,21788	0,26771	3,91898
MR 4	242,31	80,94	0,24	0,000058	0,108529	0,22477	0,29076	4,31942

Composição isotópica do Pb comum para correção:  $\frac{206_{Pb}}{204_{Pb}} = 15,665$ ;  $\frac{207_{Pb}}{204_{Pb}} = 15,304$ ;  $\frac{208_{Pb}}{204_{Pb}} = 35,299$

$$238_{U} = 1,55125 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$235_{U} = 9,8485 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$238_{U}/235_{U} =$$

TABELA 2 - DADOS ANALÍTICOS Rb-Sr EM ROCHA TOTAL

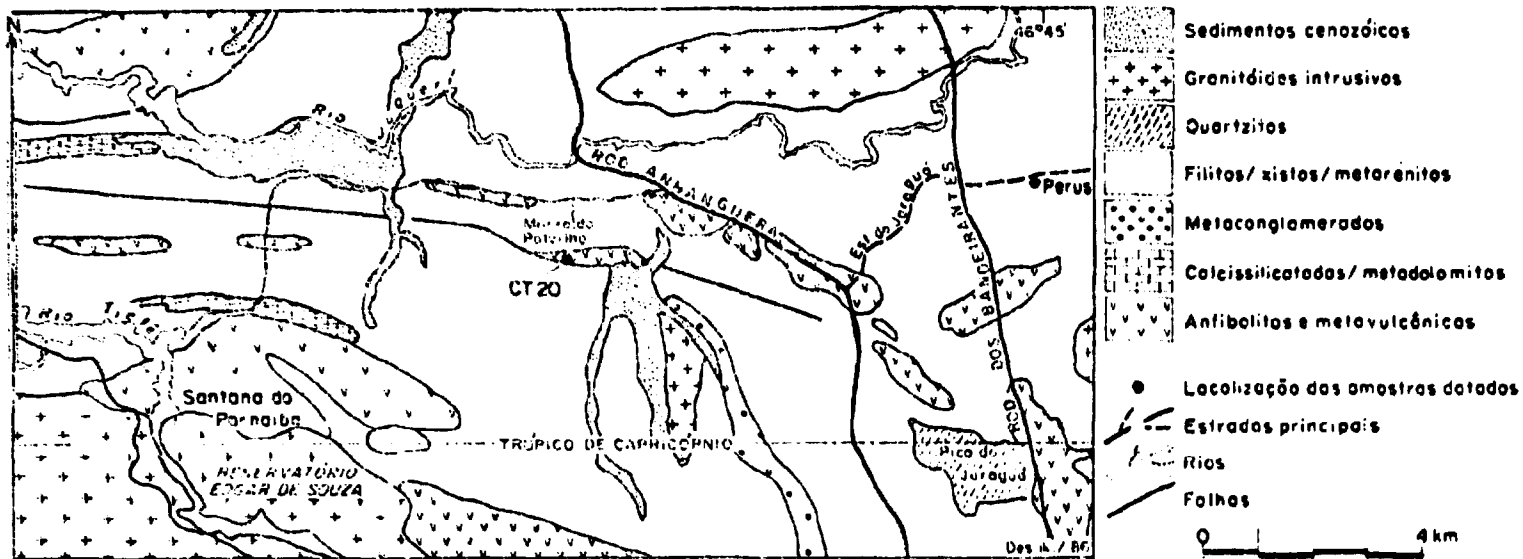
Nº Campo	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$\frac{87_{Rb}}{86_{Sr}}$	$\frac{87_{Sr}}{86_{Sr}}$
CF20B	146,0	54,7	7,85	0,8769
CF20C	171,0	53,2	8,64	0,8676
MR-1*	134,3	31,3	12,74	0,8933
MR-2*	180,1	68,2	7,79	0,8829
MR-3*	187,2	63,1	8,74	0,8774
MR-4*	188,2	48,2	11,55	0,9032

\* Amostras coletadas por G. R. Sadowski (Inéditas)

$$87_{Rb} = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

valores de  $\frac{87_{Sr}}{86_{Sr}}$  corrigidos para  $\frac{86_{Sr}}{88_{Sr}} = 0,1194$

$$\left( \frac{85_{Rb}}{87_{Rb}} \right)_n = 2,5076 \pm 0,0007$$



- 1 - Complexo Costeiro
- 2 - Complexo Embu
- 3 - Grupo São Roque
- 4 - Complexo Paraíba do Sul
- 5 - Grupo Amparo

MAPA DA SITUAÇÃO GEOLOGICA

Fig 1-LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DATADAS  
(Modificado de Coutinho - 1980)

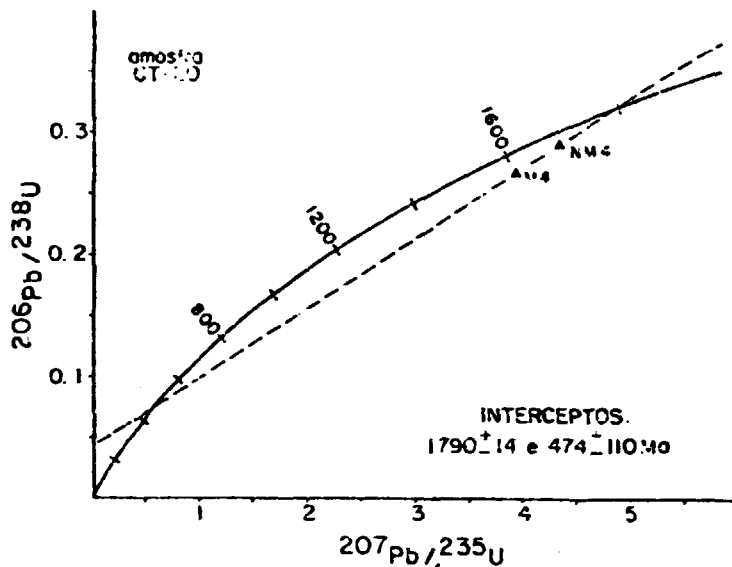


Fig. 2 - DIAGRAMA CONCORDIA PARA OS ZIRCÕES DOS METADIORITOS

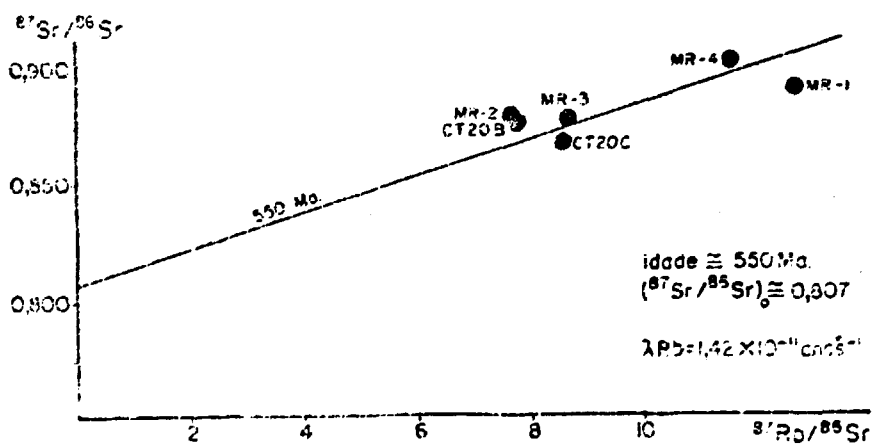


Fig. 3 - DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb-Sr PARA AS ROCHAS METAVULCÂNICAS